

Analisis Perencanaan Waktu Proyek Sistem Informasi menggunakan *Critical Path Method* dan Metode Kurva Pangkat

Studi Kasus : Proyek CAMS Universitas X

Sri Ngudi Wahyuni

Jurusan Teknik Informatika, STMIK AMIKOM Yogyakarta
Jl. Ring Road Utara, Depok, Condongcatur, Sleman,
Yogyakarta
yuni@amikom.ac.id

Manik Hapsara, P.hD

Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri,
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14 Yogyakarta 55501
hapsaramanik@gmail.com

Abstract—Perencanaan proyek merupakan cara dalam mengelola proyek agar dapat diselesaikan tepat waktu, sesuai dengan biaya dan sumberdaya yang dianggarkan. *Critical Path Methode* dan kurva pangkat merupakan metode matematis yang dapat digunakan untuk perencanaan waktu proyek agar lebih efisien. Penelitian bertujuan melakukan analisis perencanaan waktu proyek *Client Application Monitoring Systems* (CAMS) yang akan dibangun berdasarkan pola pengembangan proyek pada tahun sebelumnya di Universitas X. Hasil Penelitian adalah dengan menggunakan CPM dan metode kurva pangkat rencana waktu pengembangan CAMS sebesar 155.62 hari atau ± 26 minggu. (*Abstract*)

Keywords— *Perencanaan waktu; CPM dan Rank Curva Method*

I. PENDAHULUAN

Susanto [1] melakukan penelitian terkait optimasi waktu penjadwalan dan biaya proyek. Penelitian dilakukan untuk membuat perencanaan biaya agar anggaran dan waktu penyelesaian proyek tidak melebihi target. Hasil penelitian adalah efisien waktu dan biaya proyek. Rencana awal waktu penyelesaian proyek adalah 227 hari setelah dilakukan penjadwalan menggunakan CPM waktu penyelesaian proyek lebih efisien 76 hari dan menjadi 151 hari. Sugiharto [2] melakukan penelitian tentang pengukuran efisiensi waktu dan biaya proses produksi menggunakan *Critical Path Method*. Hasil penelitian adalah CPM dapat memperpendek waktu produksi selama 2 menit dan penghematan biaya sebesar Rp1870 per produksi atau Rp1.570.800 dalam satu tahun produksi. Kesimpulan penelitian adalah perusahaan memperoleh keuntungan yang cukup signifikan dalam jangka panjang. Messah [3] melakukan penelitian untuk melakukan evaluasi terhadap waktu dan biaya penyelesaian proyek yang telah dilaksanakan. Metode yang digunakan adalah *Earned Value Analysis* (EVA) untuk pengendalian biaya dan *Critical Path Method* untuk pengendalian waktu. Kedua metode tersebut diterapkan sebagai alternatif dalam mengedalikan waktu dan biaya ketika terjadi perubahan desain pada proyek.

Hasilnya adalah diketahui penyimpangan waktu sebesar 7 minggu dalam penyelesaian proyek. Seharusnya waktu penyelesaian proyek adalah 30 minggu, tetapi pelaksanaannya adalah 37 minggu. *Client Application Monitoring Systems* (CAMS) adalah sistem yang digunakan untuk memantau seluruh aplikasi di Universitas X. Tujuan pengembangan CAMS adalah, (1) Melakukan pencatatan seluruh proyek aplikasi yang telah dibangun, (2) Mencatat seluruh tim proyek yang tergabung dalam pengembangan sistem informasi dan (3) Pencatatan seluruh sejarah pengembangan aplikasi dan penambahan fitur. CAMS merupakan sistem pemantau dan dokumentasi proyek sistem informasi di Universitas X. Pengembangan proyek CAMS mengacu pada pola pengembangan proyek pada tahun sebelumnya yaitu proyek *Smart Graduate*. *Smart Graduate* merupakan aplikasi yang digunakan untuk mengelola seluruh proses proyek akhir mahasiswa di universitas X.

Secara spesifik pertanyaan yang akan dijawab penelitian ini adalah (a) Apa keuntungan menggunakan CPM dan metode kurva pangkat dalam perencanaan waktu proyek CAMS?; dan (b) Apa manfaat penggunaan CPM dan metode kurva pangkat pada perencanaan waktu proyek CAMS?

II. KAJIAN TEORI

A. Teknik Perencanaan Waktu Proyek

Teknik perencanaan waktu proyek adalah suatu cara untuk melakukan pengendalian dan pemantauan dalam penjadwalan waktu proyek agar lebih efisien sehingga proyek lebih bernilai ekonomis [1]. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam perencanaan waktu proyek adalah *Critical Path Method*. Santiago and Magallon [4] CPM adalah metode yang berorientasi pada waktu yang mengarah pada penentuan jadwal dan estimasi waktunya bersifat deterministik atau pasti. Penjadwalan proyek merupakan kegiatan menetapkan tanggal mulai, durasi, tanggal penyelesaian, dan kebutuhan sumber daya untuk setiap kegiatan dalam proyek [4]. Kesalahan

jadwal dapat menyebabkan penempatan sumber daya proyek menjadi tidak sesuai, sehingga mengakibatkan penyelesaian jadwal tidak tepat waktu [5]. Holliday [6] menjelaskan tentang lima langkah dalam menggunakan pendekatan CPM antara lain:

1. Melakukan inventarisasi terhadap seluruh kegiatan proyek dan menyiapkan struktur pecahan kerja yang digunakan untuk membangun diagram jaringan.
2. Menentukan perhitungan maju pada setiap kegiatan proyek, dengan menetapkan ES dan EF pada setiap kegiatan.
3. Melakukan perhitungan mundur pada setiap aktifitas proyek.
4. Menghitung nilai *Slack* atau *Float* untuk mengetahui kegiatan yang longgar dan kegiatan yang waktunya kritis dalam suatu jaringan kerja.
5. Mengidentifikasi kegiatan proyek yang memiliki nilai = 0, dan membangun diagram jaringan.

B. Membangun Diagram Jaringan

Kerzner [7] mendefinisikan bahwa langkah pertama dalam analisis CPM adalah membangun diagram jaringan, secara grafis diagram menunjukkan hubungan antar kegiatan proyek dan urutan kegiatan yang harus dilakukan. Tanda panah menunjukkan urutan kegiatan, titik menunjukkan awal dan akhir dari suatu kegiatan. Setiap node diberi label dan mewakili suatu peristiwa, didefinisikan sebagai seluruh aktivitas yang mengarah ke simpul. Secara umum, bilangan bulat merupakan titik (*node*) dan huruf kapital merupakan kegiatan [8]. Adapun kegiatan yang dilakukan pada pembangunan diagram jaringan ini antara lain:

- 1) Pemberian nama dan kode kegiatan pada setiap kegiatan proyek
- 2) Pemberian nomor pada kegiatan
- 3) Penentuan durasi atau waktu penyelesaian proyek (t)
- 4) Penentuan urutan logis seluruh kegiatan proyek
- 5) Penentuan kegiatan mana yang harus terlebih dahulu dan kegiatan yang mendahului.

Tabel I adalah kegiatan proyek pengembangan aplikasi *Smart Graduate* di universitas X pada tahun 2012.

TABEL I. HASIL INVENTARISASI KEGIATAN PROYEK SMART GRADUATE

Kegiatan	Kode Kegiatan	Kegiatan Yang mengawali	Waktu (t)
User requirement	A	-	6
Identifikasi fungsi dan tujuan sistem	B	A	12
Identifikasi anggota pengembang	C	B	6
Identifikasi waktu pengembangan	D	B	6
Proses persetujuan surat pengajuan	E	C,D	6
Pembuatan <i>Software Requirements Specification</i> (SRS).	F	B,E	12
Analisis kebutuhan sistem	G	H	12

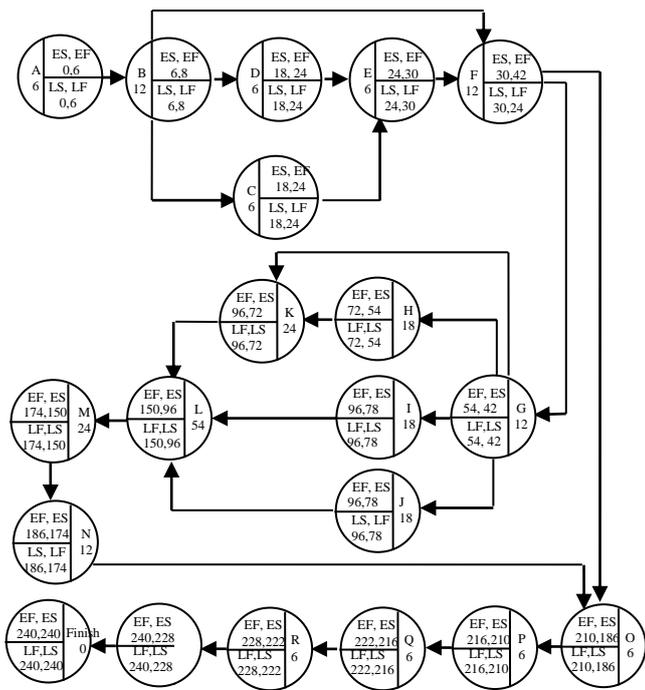
Identifikasi alur sistem	H	G	18
Perancangan DBMS	I	G	18
Perancangan antar muka	J	G	18
Perancangan logic	K	G,H	24
Pemrograman tahap I	L	H,I,J,K	54
Ujicoba sistem tahap I	M	L	24
Ujicoba sistem dengan pengguna tahap I	N	F,M	12
Pemrograman tahap II	O	N	24
Ujicoba sistem dengan pengguna tahap akhir	P	O	6
Instal sistem ke pengguna	Q	P	6
Serah terima sistem ke user	R	P,Q	6
Pelatihan system	S	R	12

Berikut adalah kegiatan-kegiatan yang memiliki *predecessor* atau kegiatan yang mengawali lebih dari satu kegiatan antara lain:

TABEL II. KEGIATAN YANG MEMPUNYAI KEGIATAN AWAL LEBIH DARI SATU

Kegiatan	Kode Kegiatan	Kegiatan Yang mengawali	Waktu (t)
Proses persetujuan surat pengajuan	E	C,D	6
Pembuatan <i>Software Requirements Specification</i> (SRS).	F	B,E	12
Perancangan logic	K	G,H	24
Pemrograman tahap I	L	H,I,J,K	54
Ujicoba sistem dengan pengguna tahap I	N	F,M	12
Serah terima sistem ke user	R	P,Q	6

Hal ini berarti kegiatan E memiliki kegiatan awal berupa kegiatan C dan kegiatan D yang harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum melakukan kegiatan E. Kegiatan E tidak dapat dilakukan apabila kegiatan C dan kegiatan D belum selesai dilakukan. Hal tersebut berlaku sama untuk kegiatan F, kegiatan K, kegiatan N, dan kegiatan R. Adapun kegiatan L mempunyai *predecessor* berupa kegiatan H, kegiatan I, kegiatan J dan kegiatan K. Kegiatan L dapat dilakukan apabila empat *predecessor* tersebut selesai dilaksanakan. Apabila *predecessor* mengalami keterlambatan penyelesaian maka kegiatan setelahnya akan terlambat. Adapun identifikasi kegiatan pada Tabel I akan digunakan untuk membangun diagram jaringan. Diagram Jaringan digunakan untuk melakukan langkah melakukan perhitungan maju, melakukan perhitungan mundur, melakukan perhitungan jalur kritis atau *slack* dengan melakukan identifikasi kegiatan yang bernilai = 0. Diagram jaringan proyek *Smart Graduate* tertera pada Gambar 1.



Gambar 1. Jaringan Network proyek *Smart Graduate*

C. Melakukan perhitungan maju

Taylor [9] menyatakan bahwa perhitungan maju dilakukan mulai awal jaringan bergerak menuju akhir jaringan, dengan melakukan perhitungan sebagai berikut:

1. Waktu paling awal (ES) di mana aktivitas dapat dimulai, dimana Aktivitas inisial proyek diasumsikan terjadi pada waktu $t = 0$ ($ES_1 = 0$). *Early finish time* dari suatu aktivitas adalah jumlah dari *early start time* dengan durasi aktivitas estimasi. Penetapan *earliest start* untuk aktivitas selanjutnya dari EF terbesar untuk kegiatan presedensi dari aktivitas tersebut:

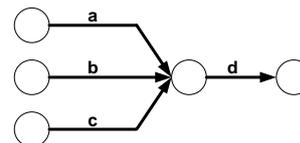
$$ES_i = \text{Nilai EF maks dari preceding activities} \quad (1)$$

2. Awal waktu selesai (EF) adalah paling awal waktu di mana suatu kegiatan dapat menyelesaikan jika tidak ada keterlambatan terjadi pada proyek. *Early finish time* (EF) dari suatu aktivitas adalah jumlah dari *early start time* (EF) dengan durasi aktivitas estimasi dimana:

$$EF(i-j) = ES(i-j) + t(i-j) \quad (2)$$

Aktivitas 1 adalah $EF_1 = 0 + D_1$ karena aktivitas 1 merupakan aktivitas awal proyek dan tidak memiliki kegiatan pendahulu [8]. Apabila suatu kegiatan memiliki dua atau lebih kegiatan-kegiatan terdahulu yang menggabung, maka waktu mulai paling awal (ES) kegiatan tersebut adalah sama dengan waktu selesai paling awal (EF) yang terbesar dari kegiatan terdahulu [8] dirumuskan sebagai berikut:

$$EF(c) > EF(b) > EF(a), \text{ maka } ES(d) = EF(c) \quad (3)$$



Gambar 2. Suatu kegiatan dengan dua atau lebih kegiatan yang menggabung.

D. Melakukan perhitungan Mundur

Taylor [9] menyatakan bahwa perhitungan mundur dilakukan mulai akhir jaringan bergerak menuju awal jaringan. Perhitungan mundur atau kebelakang digunakan untuk menghitung waktu mulai paling lambat dan waktu selesai yang paling lambat [8], sehingga berlaku untuk hal-hal sebagai berikut:

1. Menentukan LS, LF dan kurun waktu *float*, dan bila lebih dari satu kegiatan bergabung maka diambil angka LS terkecil. Nilai $LF = EF$ agar dapat diketahuinya kegiatan kritis proyek. Perhitungan waktu pelaksanaan terakhir (LS_i) untuk setiap aktivitas. Didefinisikan:

$$LS(i-j) = LF(i-j) - t \quad (4)$$

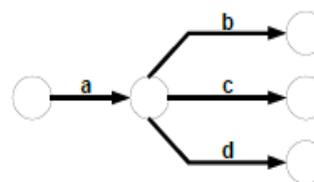
2. Menghitung LF, waktu selesai paling akhir kegiatan (i) yang sedang ditinjau, yang merupakan angka terkecil dari jumlah kegiatan LS dan LF plus *Constrain* yang bersangkutan. Didefinisikan sebagai:

$$LF_i = \text{Nilai LS Minimum dari aktivitas suksesor} \quad (5)$$

Float adalah sejumlah waktu penundaan yang diperbolehkan untuk terlambat tanpa mempengaruhi waktu total pelaksanaan proyek [10]. *Total Float* (TF) yaitu tenggang total atau keterlambatan yang diperkenankan untuk suatu aktivitas tanpa akan mengakibatkan diperkenankan untuk justru aktivitas tanpa akan mengakibatkan diperkenankan untuk justru aktivitas tanpa mengakibatkan keterlambatan bagi penyelesaian proyek [10].

$$TF_i = LF_i - ES_i - D_i / LS_1 - ES_i \quad (6)$$

Apabila suatu kegiatan terpecah menjadi 2 kegiatan atau lebih, maka waktu paling akhir (LF) kegiatan tersebut sama dengan waktu mulai paling akhir (LS) kegiatan berikutnya yang terkecil [8] Ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Suatu kegiatan dengan dua atau lebih kegiatan yang memecah

$$\text{Jika } LS(b) < LS(c) < LS(d) \text{ maka } LF(a) = LS(b) \quad (7)$$

E. Metode kurva pangkat

Metode kurva pangkat (*rank curve method*) merupakan metode yang praktis dalam melakukan pengujian secara tepat kegiatan analisis biaya proyek jika biaya instalasi lainnya tidak diketahui [8]. Hal tersebut digunakan pada waktu belum tersedianya data dan informasi untuk analisis biaya secara akurat [4].

$$Y2=Y1[X2/X1]^n \quad (8)$$

dimana

Y1 = biaya proyek *Smart Graduate*

Y2 = biaya proyek CAMS

X1 = waktu proyek *Smart Graduate*

X2 = waktu proyek CAMS

n = indeks harga yang lazimnya = 0, 60

Adapun variabel yang diketahui adalah biaya proyek *Smart Graduate* (Y1), biaya proyek CAMS (Y2) dan waktu proyek *Smart Graduate* (X1). Variabel yang akan dicari adalah waktu proyek CAMS (X2).

III. METODE PENELITIAN

A. Pendekatan Penelitian

Secara umum, penelitian ini dilakukan dengan wawancara dan dokumentasi. Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah (1) Apa keuntungan menggunakan CPM dan metode kurva pangkat dalam perencanaan waktu proyek CAMS?; dan (b) Apa manfaat penggunaan CPM dan metode kurva pangkat pada perencanaan waktu proyek CAMS?

B. Instrumen Penelitian

Diagram jaringan dengan menggunakan lima aturan CPM merupakan instrumen utama penelitian ini. Secara umum, diagram dibangun melalui tahap-tahap yang ada pada CPM.

IV. HASIL

A. Analisis perencanaan waktu *Smart Graduate* menggunakan *Critical Path Method*

Analisis perencanaan waktu menggunakan CPM merupakan langkah awal dalam melakukan analisis perencanaan waktu menggunakan metode kurva pangkat. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kapasitas waktu proyek *Smart Graduate* (X1). Kapasitas waktu proyek *smart graduate* dianggap sebagai kapasitas waktu proyek yang telah dilaksanakan atau variabel X1 sedangkan kapasitas waktu proyek yang akan dianalisis atau variabel X2 adalah kapasitas waktu proyek CAMS. Hasil perhitungan waktu proyek *Smart Graduate* ditunjukkan oleh Tabel III. Perkiraan waktu proyek

Smart Graduate dihitung menggunakan *critical path method* untuk menghasilkan *Early finish time* (ES), *Early finish time* (EF), *Last Finish* (LF) dan *Last Start* (LS) serta *Float* pada kegiatan proyek *Smart Graduate*.

TABEL III. HASIL PERHITUNGAN *EARLY FINISH TIME* (ES), *EARLY FINISH TIME* (EF), *LAST FINISH* (LF) DAN *LAST START* (LS) SERTA *FLOAT* PROYEK *SMART GRADUATE*

Kode Kegiatan	Waktu (Hari)/t	ES	EF	LS	LF	SL	KRITIS/TIDAK
A	6	0	6	0	6	0	YA
B	12	6	18	6	18	0	YA
C	6	18	24	18	24	0	YA
D	6	18	24	18	24	0	YA
E	6	24	30	24	30	0	YA
F	12	30	42	30	42	0	YA
G	12	42	54	42	54	0	YA
H	18	54	72	54	72	0	YA
I	18	54	72	78	96	24	TIDAK
J	18	54	72	78	96	24	TIDAK
K	24	72	96	72	96	0	YA
L	54	96	150	96	150	0	YA
M	24	150	174	150	174	0	YA
N	12	174	186	174	186	0	YA
O	24	186	210	186	210	0	YA
P	6	210	216	210	216	0	YA
Q	6	216	222	216	222	0	YA
R	6	222	228	222	228	0	YA
S	12	228	240	228	240	0	YA

Tabel III menunjukkan beberapa hasil analisis antara lain:

- *Early finish time* (ES) atau waktu paling awal dimulainya kegiatan dengan menggunakan rumus (1) maka ES pada proyek *Smart Graduate* diatas adalah 0. Waktu kegiatan paling awal $ES_1 = 0$, karena tidak memiliki predesesor.
- *Early finish time* (EF) atau awal waktu selesai suatu kegiatan dihitung dengan menggunakan rumus (2) maka $EF_1 = ES_1 + t$, jika $ES_1 = 0$ maka $EF_1 = 0 + 6$ sehingga $EF_1 = 6$. Ini berarti $ES_2 = EF_1$ maka $ES_2 = 6$ sehingga kegiatan A diselesaikan pada hari ke-6 dan kegiatan B dimulai pada hari ke-6.
- Kegiatan E, F, K, L, N, R dihitung berdasarkan rumus (3) dimana kegiatan-kegiatan tersebut memiliki kegiatan 2 atau 3 kegiatan awal (*predesessor*) sehingga diambil kegiatan yang memiliki waktu yang paling besar. Contoh kegiatan B maka $ES_2 = \max [6+12]=18$, $ES_5 = \max [6+12+6+6]=30$ maka $EF_6 = 30$, dari Tabel 4.8 maka $ES_5 = EF_6$ maka $ES_5 = 30$ sehingga EF kegiatan F adalah 30.
- *Last Start* (LS) dengan menggunakan rumus (4) maka LS dihitung dari ujung ke pangkal atau dari finis ke start. Dimulai dari $LS_{19} = LF_{19} - t = 240 - 12 = 228$. Sehingga LS kegiatan S dilakukan paling lambat pada hari ke-228.
- *Last Finish* (LF) atau waktu selesai paling akhir kegiatan dihitung dengan menggunakan rumus (5) atau $LF_i = \text{Nilai LS Minimum dari aktivitas suksesor dimana nilai minimum dari aktifitas atau kegiatan} = 240$.

Lintasan kritis pada Tabel III adalah A-B-C-D-E-F-G-H-K-L-M-N-O-P-Q-R-S. Aktifitas kritis adalah aktifitas yang memiliki nilai *slack* = 0. Menggunakan rumus (6) maka kegiatan-kegiatan tersebut mengalami keterlambatan menyebabkan keterlambatan penyelesaian seluruh proyek. Kegiatan I dan kegiatan J dianggap tidak kritis karena nilai *slack* ≠ 0. Hal ini disebabkan lintasan kegiatan proyek pada saat melewati kegiatan ke-9 dan kegiatan ke-10 dianggap tidak ideal karena tidak seluruh kegiatan dapat terselesaikan pada saat melintasi jalur tersebut.

Kegiatan-kegiatan suksesor atau kegiatan yang memiliki kegiatan awal akan dihitung menggunakan rumus $LS_8 < LS_9 < LS_{11} < LS_{12}$, maka $54 < 78 < 72 = 54$. Selanjutnya $LF_7 = LS_8$, maka $LF_7 = 54$, $LS_8 = LF_7 - t = 54 - 18 = 42$, ini berarti kegiatan-7 dilakukan mulai hari ke-42 dan selesai dilakukan paling lambat pada hari ke-54. Kegiatan I dan J ≠ 0 sehingga dianggap tidak kritis. Penyebab hal tersebut adalah waktu masing-masing kegiatan I dan J seharusnya dapat dilaksanakan secara bersamaan dengan kegiatan H.

B. Analisis perencanaan waktu CAMS menggunakan metode kurva pangkat

Langkah selanjutnya dalam melakukan analisis perencanaan waktu proyek menggunakan *rank curve method* atau metode kurva pangkat adalah menempatkan rumus pada metode kurva pangkat untuk mendapatkan perkiraan waktu proyek yang akan datang (CAMS). Biaya pengembangan proyek CAMS adalah 30% dari biaya *Smart Graduate*. Menggunakan rumus (8) sehingga analisis waktu untuk kegiatan A adalah:

$$Y_2 = Y_1 [X_2 / X_1]^n \text{ maka}$$

$$X_2 = [Y_2 / Y_1]^{1/n} X_1 \text{ Sehingga}$$

$$X_2 = [576,923 / 403,846]^{1/6} \cdot 6$$

$$X_2 = 3.31$$

Maka waktu kegiatan A adalah sebesar 3.31 hari, adapun rincian kapasitas waktu kegiatan seluruh kegiatan tertera pada Tabel IV.

TABEL IV. PERENCANAAN WAKTU PROYEK CAMS MENGGUNAKAN METODE KURVA PANGKAT

Kode Kegiatan	Biaya kegiatan Proyek <i>Smart Graduate</i> (Rp)	Biaya kegiatan Proyek CAMS (Rp)	Waktu kegiatan <i>Smart Graduate</i> (hari)	Waktu Kegiatan Proyek CAMS (hari)
A	576,923	403,846	6	3.31
B	2,076,923	1,453,846	12	6.62
C	576,923	403,846	6	3.31
D	576,923	403,846	6	3.31

E	1,153,846	807,692	12	6.62
F	1,615,385	1,130,769	12	6.62
G	923,077	646,154	12	6.62
H	1,846,154	1,292,308	24	13.24
I	1,384,615	969,231	18	9.93
J	576,923	403,846	12	6.62
K	1,153,846	807,692	24	13.24
L	2,596,154	1,817,308	54	29.8
M	3,000,000	2,100,000	24	13.24
N	923,077	646,154	12	6.62
O	1,153,846	807,692	24	13.24
P	461,538	323,077	6	3.31
Q	288,462	201,923	6	3.31
R	346,154	242,308	6	3.31
S	288,462	201,923	6	3.31
Σ	20,769,231	14,538,462	240	156

Tabel IV menunjukkan bahwa perencanaan waktu CAMS dapat dilakukan dengan menggunakan pola perencanaan kegiatan pada proyek *Smart Graduate* yang dihitung menggunakan CPM dengan mengkolaborasikan metode kurva pangkat dalam melakukan perhitungan waktu kegiatan. Sehingga total perencanaan waktu proyek CAMS sebesar ±156 hari.

V. KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini adalah:

1. CPM dan metode kurva pangkat merupakan metode perencanaan waktu proyek bersifat matematis yang dapat menghasilkan perencanaan waktu kegiatan proyek lebih detail dan terperinci, hal ini terlihat pada pecahan waktu kegiatan proyek yang terlihat pada Tabel IV.
2. Kolaborasi antara CPM dan metode kurva pangkat dalam perencanaan proyek dapat digunakan dalam melakukan pemantauan biaya setiap kegiatan proyek.

REFERENSI

- [1] Purwaningsih, Ardiansyah, dan Susanto, "Analisis Jaringan Kerja Dan Penentuan Jalur Kritis Dengan Critical Path Methode-Cpm (Studi Kasus Pembangunan Rumah Graha Taman Pelangi Type Milano Pada PT. Karyadeka Alam Lestari Semarang)," *J@TI Undip*, vol. 1 Nomor 1, Januari 2006.
- [2] Triana dan Sugiharto, ""Analisis Jaringan Kerja Untuk Mengukur Efisiensi Waktu Dan Biaya Pelaksanaan Proses Produksi: Studi Kasus Pada Perusahaan Mujur Jaya"," *Jurnal Ekonomi Bisnis*, vol. No. 3 Vol. 12, Desember 2007.
- [3] Y. A. Messah, "Pengendalian Waktu Dan Biaya Pekerjaan Konstruksi Sebagai Dampak Dari Perubahan Desain (Studi Kasus Embung Irigasi Oenaem, Kecamatan Biboki Selatan, Kabupaten Timor Tengah Utara)," *Jurnal Teknik Sipil*, vol. Volume II No. 2, September 2012.

- [4] J. Santiago and D. Maggallon, "Critical Path Method", 2006
- [5] Iman Hartono, "Manajemen Proyek: Dari konseptual sampai operasional". Jakarta, Indonesia: Erlangga, 1995.
- [6] A. D. Holliday, "Building e-government in East and Southeast Asia: Regional rhetoric and national (in) action," in Public Administration & Development, vol. California State University, Fullerton, California State University, Fullerton, March 2009, pp. 2-5.
- [7] H. Kerzner, "Project Management, A Systems Approach To Planning, Scheduling, And Controlling, " 9th edition., Wallace College, Ed. Berea, Ohio: Division of Business Administration Baldwin, 2005.
- [8] E.B. Hales and R. S Anderson, "Critical Path Method Applied to Research Project Planning: Fire Economics Evaluation System (FEES), " Edition. California, United States: Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station PO. Box 245, Berkeley, California 94701, August 1986.
- [9] W.Taylor, "Introduction to Management Science," Custom Edition: Strayer University, 2011.
- [10] A., Baker, J., and Lowe, S Ackley, "Top ten CPM scheduling mistakes," in Rail Conference, Toronto, June 2007.